

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 AOUT 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété Industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 01W/ 201

|   |                      |  |
|---|----------------------|--|
| Réserve à l'INPI  |                      |  |
| <b>REMISE DES PIÈCES</b><br><b>DATE</b> 1 AOUT 2003<br><b>LEU</b> 38 INPI GRENOBLE<br><b>N° D'ENREGISTREMENT</b> 0309534<br><b>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI</b><br><b>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE</b><br><b>PAR L'INPI</b> - 1 AOUT 2003<br><b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b> PA1753FR |                      | <b>3.1</b> <b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br><b>À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b><br><b>Cabinet Hecké</b><br><b>World Trade Center - Europole</b><br><b>5, place Robert Schuman</b><br><b>BP 1537</b><br><b>38025 Grenoble Cedex 1</b> |
| <b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> <b>N° attribué par l'INPI à la télécopie</b>  |                      |  |
| <b>2. NATURE DE LA DEMANDE</b>  |                      | <input checked="" type="checkbox"/> <b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>  |
| Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/><br>Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/><br>Demande divisionnaire <input type="checkbox"/><br><i>Demande de brevet initiale</i><br><i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>                                      |                      | N° <input type="text"/><br>N° <input type="text"/> Date<br>N° <input type="text"/> Date  |
| Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>   |                      | <input type="checkbox"/><br>N° <input type="text"/> Date   |
| <b>3. TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)<br><b>Commutateur micro-mécanique bistable, méthode d'actionnement et procédé de réalisation correspondant</b>   |                      |  |
| <b>4. DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b><br><b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>   |                      | Pays ou organisation<br>Date <input type="text"/><br>Pays ou organisation<br>Date <input type="text"/><br>Pays ou organisation<br>Date <input type="text"/><br><input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b> |
| <b>5. DEMANDEUR</b> (Cochez l'une des 2 cases)  |                      | <input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>   |
| Nom ou dénomination sociale   |                      | <b>Commissariat à l'Energie Atomique</b>   |
| Prénoms   |                      |  |
| Forme juridique   |                      | <b>Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel</b>   |
| N° SIREN  |                      |  |
| Code APE-NAF  |                      |  |
| Domicile ou siège   | Rue                  | 31- 33 rue de la Fédération  |
|   | Code postal et ville | 75752 Paris  |
|   | Pays                 |  |
| Nationalité   |                      | <b>française</b>   |
| N° de téléphone (facultatif)  |                      | <b>N° de télécopie (facultatif)</b>  |
| Adresse électronique (facultatif)   |                      |  |
| <input type="checkbox"/> <b>S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b>  |                      |  |

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 2/2**

**BR2**

|                              |                  |                 |
|------------------------------|------------------|-----------------|
| REMISE DES PIÈCES            |                  | Réervé à l'INPI |
| DATE                         | 1 AOUT 2003      |                 |
| LEU                          | 38 INPI GRENOBLE |                 |
| N° D'ENREGISTREMENT          | 0309534          |                 |
| NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI |                  |                 |

**PA1753FR**

DB 540 W / 210502

|   |                      |  |   |
|---|----------------------|--|---|
| <b>6 MANDATAIRE</b>   |                      |  |   |
| Nom   |                      | Hecké  | Jouvray   |
| Prénom  |                      | Gérard   | Marie-Andrée  |
| Cabinet ou Société  |                      | Cabinet Hecké (S.A.)   |   |
| N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel   |                      |  |   |
| Adresse   | Rue                  | World Trade Center - Europole<br>5, place Robert Schuman - BP 1537   |   |
|   | Code postal et ville | 38025 Grenoble Cedex   |   |
|   | Pays                 | France   |   |
| N° de téléphone (Facultatif)  |                      | 04 76 84 95 45   |   |
| N° de télécopie (Facultatif)  |                      | 04 76 84 95 48   |   |
| Adresse électronique (Facultatif)   |                      | hecke@dial.oleane.com  |   |
| <b>7 INVENTEUR (S)</b>  |                      | Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques   |   |
| Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes   |                      | <input type="checkbox"/> Oui<br><input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)  |   |
| <b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>   |                      | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)   |   |
| Établissement immédiat ou établissement différé   |                      | <input checked="" type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>  |   |
| Palement échelonné de la redevance (en deux versements)   |                      | Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt   |   |
| <input checked="" type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>   |                      | <input type="checkbox"/> Oui<br><input checked="" type="checkbox"/> Non  |   |
| <b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>   |                      | Uniquement pour les personnes physiques  |   |
|   |                      | <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (Joindre un avis de non-imposition)<br><input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (Joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG |   |
| <b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>  |                      | <input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences  |   |
| Le support électronique de données est joint  |                      | <input type="checkbox"/>   |   |
| La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe |                      | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>   |   |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes   |                      |  |   |
| <b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>(Nom et qualité du signataire)   |                      | Gérard Hecké<br>CPI 95-1201<br><br>Marie-Andrée Jouvray<br>CPI 01-0410   | <b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b><br><br>D.R.G.R. |

## **Commutateur micro-mécanique bistable, méthode d'actionnement et procédé de réalisation correspondant**

### **5 Domaine technique de l'Invention**

L'invention concerne un commutateur micro-mécanique, comportant un pont suspendu déformable, rattaché par des moyens de support à un substrat, et des moyens d'actionnement destinés, à partir d'une première position stable du commutateur, à déformer le pont suspendu déformable de manière à établir un contact électrique entre au moins un premier élément conducteur formé sur le substrat, entre le pont et le substrat, et un deuxième élément conducteur, solidaire d'une face inférieure du pont.

15

### **État de la technique**

Comme représenté à la figure 1, un commutateur micro-mécanique comporte typiquement un pont 1 suspendu déformable rattaché par des moyens 2 de support à un substrat 3. Des actionneurs permettent de déformer le pont suspendu, de manière à établir un contact électrique entre des premiers éléments 5 conducteurs formés sur le substrat 3 et un deuxième élément 6 conducteur, solidaire d'une face inférieure du pont 1. Les actionneurs sont, par exemple, constitués par des électrodes 4a et 4b formées respectivement sur le pont 1 et sur le substrat 3 et entre lesquelles est appliquée une tension électrique de commande. Les premiers éléments 5 conducteurs sont, par exemple, constitués par deux tronçons d'une ligne radiofréquence qui sont reliés par le deuxième élément 6 conducteur. Lorsque les moyens d'actionnement 4 sont interrompus (annulation de la tension de commande), le pont 1 revient

5 dans son état non-déformé, c'est-à-dire sa position stable, et le contact électrique est interrompu. Afin de maintenir un contact électrique, il est alors nécessaire de continuer l'actionnement, ce qui peut augmenter la consommation électrique du commutateur. Par ailleurs, si on a un problème sur la commande (ou sur la tension), le contact électrique n'est plus assuré.

10 Au contraire, un interrupteur domestique classique a deux positions stables et le contact électrique reste respectivement établi ou interrompu sans apport d'énergie permanent. Cependant, il est compliqué de fabriquer un commutateur analogue, bistable, de taille microscopique.

15 Dans un commutateur bistable microscopique connu, un premier élément conducteur est constitué par une goutte de mercure, qui est déplacée par l'intermédiaire de forces électrostatiques pour établir ou interrompre un contact électrique entre deux éléments conducteurs solides. Cependant, d'une part, le mercure est très toxique et, d'autre part, la goutte se déplace au moindre mouvement du commutateur ce qui peut provoquer des commutations inopinées.

20

### **Objet de l'invention**

25 L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, de réaliser un commutateur microscopique ayant deux positions mécaniquement stables.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les moyens de support sont constitués par deux pieds disposés entre le pont et le substrat de manière à subdiviser le pont transversalement en un segment médian disposé entre les

5 pieds et deux segments périphériques faisant saillie vers l'extérieur, les moyens d'actionnement comportant des moyens d'actionnement périphériques et des moyens d'actionnement médiants permettant de déformer, indépendamment, respectivement les segments périphériques et le segment médian perpendiculairement au substrat.

10 Selon un développement de l'invention, le segment médian comporte une partie centrale surélevée dans la première position stable du commutateur.

15 Selon un autre développement de l'invention, les segments périphériques comportent des extrémités libres inclinées à l'écart du substrat en position de repos des moyens d'actionnement périphériques.

20 Selon une méthode d'actionnement d'un contact électrique d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention, le commutateur étant dans la première position stable, dans une première phase, le segment médian et les segments périphériques sont simultanément fléchis en direction du substrat, par l'intermédiaire de leurs moyens d'actionnement respectifs, de manière à établir le contact électrique, ensuite, les moyens d'actionnement périphériques sont interrompus dans une deuxième phase, de manière à provoquer automatiquement l'écartement des segments périphériques par rapport au substrat, les moyens d'actionnement médiants étant interrompus dans une troisième phase, le segment médian étant ainsi automatiquement maintenu en position fléchie, de manière à définir une seconde position stable du commutateur, dans laquelle le contact électrique reste établi.

25 Selon une méthode d'actionnement particulière, le commutateur étant dans la seconde position stable, dans une quatrième phase, les segments périphériques sont fléchis en direction du substrat, par l'intermédiaire des moyens

d'actionnement périphériques, de manière à exercer une contrainte mécanique sur le segment médian et à écarter sa partie centrale du substrat, les moyens d'actionnement périphériques étant interrompus dans une cinquième phase pour amener le commutateur dans sa première position stable.

5

L'invention a également pour but un procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention, caractérisé en ce que la fabrication du pont suspendu déformable sur le substrat comporte :

- le dépôt d'une couche sacrificielle périphérique sur le substrat, de chaque côté du premier élément conducteur,
- le dépôt d'au moins une couche isolante périphérique sur chaque couche sacrificielle périphérique, de manière à couvrir les faces avant et les faces latérales des deux couches sacrificielles périphériques pour former les segments périphériques et les pieds,
- le dépôt d'une couche sacrificielle médiane, entre les couches isolantes périphériques, venant en contact avec les faces latérales adjacentes des deux couches isolantes périphériques et couvrant le premier élément conducteur,
- le dépôt, sur la couche sacrificielle médiane, d'une couche isolante médiane venant en contact avec chacune des faces avant des deux couches isolantes périphériques pour former le segment médian,
- la gravure des faces latérales périphériques des deux couches isolantes périphériques, de manière à délimiter les segments périphériques,
- l'enlèvement des couches sacrificielles.

Selon un mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention, le dépôt des couches isolantes périphériques est effectué de manière à créer un gradient de contraintes dans les couches isolantes périphériques.

Selon un mode de réalisation particulier d'un procédé selon l'invention, le dépôt des couches isolantes périphériques est effectué de manière à créer, une fois le segment médian déposé, une contrainte en compression sur le segment médian dans le sens longitudinal du segment médian.

5

#### Description sommaire des dessins

10 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

15 La figure 1 montre un commutateur micro-mécanique selon l'art antérieur. Les figures 2 et 3 représentent deux modes de réalisation particuliers d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention. Les figures 4 à 7, d'une part, et 8 et 9, d'autre part, illustrent schématiquement respectivement les différentes phases de l'établissement et de l'interruption d'un contact électrique d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention.

20 Les figures 10 à 15 illustrent un procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention. La figure 16 représente une variante d'un commutateur micro-mécanique fabriqué selon le procédé de réalisation illustré aux figures 10 à 15.

25

### Description de modes particuliers de réalisation

Le commutateur micro-mécanique représenté à la figure 2 comporte un pont 1 suspendu déformable, rattaché à un substrat 3 par deux pieds 7 disposés entre le pont 1 et le substrat 3 de manière à subdiviser le pont 1 transversalement en un segment médian 8 disposé entre les deux pieds 7, et deux segments périphériques 9 faisant saillie vers l'extérieur. Deux actionneurs électrostatiques 10 médians et deux actionneurs électrostatiques 11 périphériques permettent de déformer, indépendamment, respectivement le segment médian 8 et les segments périphériques 9 sensiblement perpendiculairement au substrat. Les actionneurs 10 et 11 sont constitués par des électrodes formées respectivement sur le substrat 3 et sur les segments médian 8 ou périphériques 9.

A partir de la première position stable, illustrée sur la figure 2, les actionneurs 10 et 11 permettent de déformer le pont 1 de manière à établir un contact électrique entre un premier élément 5 conducteur formé sur le substrat 3, entre le pont 1 et le substrat 3, et un deuxième élément 6 conducteur, solidaire de la face inférieure du pont 1.

A la figure 3, les actionneurs 10 périphériques sont également en position de repos et le commutateur est dans une première position stable. Tandis que sur la figure 2, le segment médian 8 et les segments périphériques 9 sont constitués par une couche unique, sur la figure 3, une première couche 13 courbe forme respectivement un pied 7 et le segment périphérique 9 associé, de manière à ce que les pieds 7 soient inclinés par rapport au substrat 3 et que les segments périphériques 9 comportent des extrémités libres 15 inclinées à l'écart du substrat 3. A la figure 3, le segment médian 8 est constitué par une deuxième couche 14 courbe et comporte ainsi une partie centrale 12 légèrement

surélevée. Les actionneurs 10 et 11 sont respectivement intégrés dans les segments médian et périphériques.

Le commutateur peut basculer de sa première position stable, correspondant à l'interruption du contact électrique (figures 2 et 3), à une seconde position stable, correspondant à un contact électrique établi. Les figures 4 à 7 illustrent schématiquement le passage de la première position stable à la seconde position stable. A la figure 4, le commutateur est représenté dans la première position stable, les actionneurs étant au repos, la partie centrale 12 du segment médian 8 étant surélevé et les segments périphériques 9 étant inclinés à l'écart du substrat 3. Des contraintes σ localisées au niveau des segments périphériques, représentées par des flèches horizontales sur les figures, exercent une force de compression sur le segment médian 8 dans son sens longitudinal et empêchent, ainsi, le segment médian de quitter sa position surélevée. Dans une première phase, représentée à la figure 5, le segment médian 8 et les segments périphériques 9 sont simultanément fléchis en direction du substrat 3, respectivement par l'intermédiaire des actionneurs médians 10 et périphériques 11. Ceci permet d'établir le contact électrique entre le premier élément 5 conducteur et le deuxième élément 6 conducteur. Pendant la première phase, l'actionnement des actionneurs périphériques 11 provoque des contraintes σ exerçant une force de tension sur le segment médian 8 dans son sens longitudinal (figure 5). Puis, les actionneurs périphériques 11 sont interrompus dans une deuxième phase, représentée à la figure 6. Ceci provoque automatiquement l'écartement des segments périphériques 9 par rapport au substrat 3 et, dans cette position finale de la deuxième phase, des contraintes σ de compression sur le segment médian 8 dans son sens longitudinal (figure 6). Ensuite, les actionneurs médians 10 sont interrompus dans une troisième phase. Le segment médian 8 est alors automatiquement

maintenu en position fléchie par des contraintes  $\sigma$  en compression effectuées par les segments périphériques 9, définissant ainsi une seconde position stable du commutateur, représentée à la figure 7, dans laquelle le contact électrique reste établi. Ainsi, les trois phases successives d'actionnement permettent de faire passer le commutateur de sa première position stable (figure 4) à sa seconde position stable (figure 7).

Les figures 8 et 9 illustrent le retour de la seconde position stable à la première position stable du commutateur. En effet, dans une quatrième phase, représentée à la figure 8, les segments périphériques 9 sont de nouveau fléchis en direction du substrat 3, par l'intermédiaire des actionneurs périphériques 11. Une contrainte mécanique  $\sigma$  en tension s'exerce sur le segment médian 8 dans son sens longitudinal, écartant sa partie centrale 12 du substrat 3. Les actionneurs périphériques 11 sont ensuite interrompus dans une cinquième phase, représentée à la figure 9, pour ramener le commutateur dans sa première position stable, dans laquelle les segments périphériques 9 sont inclinés à l'écart du substrat 3.

Les segments périphériques 9 sont sensiblement dans la même position (à l'écart du substrat) dans les deux positions stables du commutateur (figures 4, 7 et 9) et ne changent de position que provisoirement (figures 5 et 8) lors de l'actionnement du commutateur.

Le commutateur ayant deux positions stables, la première position dans laquelle le contact électrique est interrompu, et la seconde position dans laquelle le contact électrique est établi, seul le passage d'une position à l'autre consomme de l'énergie et le commutateur peut, après actionnement, rester dans chacune de ces positions sans apport d'énergie supplémentaire.

Les figures 10 à 15 illustrent un procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention. Pour des raisons de clarté, les étapes de la fabrication des électrodes constituant les actionneurs 10 et 11 ne sont pas représentées. La fabrication du pont 1 suspendu déformable sur le substrat 3 comporte alors au moins les étapes suivantes. Dans une première étape, représentée à la figure 10, une couche sacrificielle 16 périphérique est déposée de chaque côté du premier élément 5 conducteur disposé sur le substrat 3. Puis, dans une deuxième étape représentée à la figure 11, au moins une couche isolante 17 périphérique, par exemple en nitrure de silicium, est déposée sur chaque couche sacrificielle 16 périphérique. Les couches isolantes 17 périphériques couvrent les faces avant et les faces latérales des deux couches sacrificielles 16 périphériques. Les faces latérales des couches isolantes 17 périphériques disposées vis-à-vis du premier élément 5 conducteur sont destinées à former les pieds 7 et les faces avant des couches isolantes 17 périphériques sont destinées à former les segments périphériques 9. Ensuite, dans une troisième étape, représentée à la figure 12, une couche sacrificielle 18 médiane est déposée entre les couches isolantes 17 périphériques. Elle vient en contact avec les faces latérales adjacentes des deux couches isolantes 17 périphériques et couvre le premier élément 5 conducteur. La quatrième étape consiste à déposer sur la couche sacrificielle 18 médiane une couche isolante 19 médiane. Celle-ci vient en contact avec chacune des faces ayant des deux couches isolantes 17 périphériques, qu'elle peut recouvrir partiellement, pour former le segment médian 8 (figure 13). Dans une cinquième étape (figure 14), une gravure des faces latérales périphériques des deux couches isolantes 17 périphériques permet ensuite de délimiter les segments périphériques, de manière à ne conserver que les segment périphériques 9 et les pieds 7. Dans une sixième étape, les couches sacrificielles 16 et 18 sont enlevées (figure 15).

La couche isolante périphérique 17 peut être une couche apte à créer une contrainte en compression sur le segment médian 8 dans le sens longitudinal du segment médian 8 par un effet de couple mécanique au niveau des segments périphériques 9. Afin d'obtenir un effet de couple, la couche isolante périphérique 17 peut être déposée en utilisant un procédé fixant un état de contrainte de la couche isolante périphérique 17. Par un procédé de type "dépôt plasma bifréquence", par exemple, il est possible d'obtenir une seule couche qui présente un gradient de contraintes. Le niveau de contrainte souhaité peut être obtenu en adaptant l'épaisseur de la couche déposée. Il est également possible de déposer plusieurs couches isolantes 17 périphériques sur chaque couche sacrificielle 16 périphérique afin de réaliser un gradient de contraintes comprimant le segment médian 8 dans son sens longitudinal. Un empilement de deux couches peut, par exemple, être réalisé par une couche non-contrainte déposée sur une couche en compression, par une couche en tension déposée sur une couche non-contrainte ou par une couche en tension déposée sur une couche en compression. Un empilement de trois couches peut, par exemple, être constitué par deux couches en tension déposées sur une couche en compression ou par une couche en tension déposée sur une couche non-contrainte déposée, elle-même, sur une couche en compression. On obtient, ainsi, un effet de type ressort.

Dans un mode préférentiel de réalisation, représenté à la figure 16, la couche isolante 19 médiane recouvre les faces avant des couches isolantes 17 périphériques sur toute leur longueur, ce qui amplifie les contraintes entre les deux couches 17 et 19. Ainsi, après la suppression des couches sacrificielles, les extrémités libres 15 des segment périphériques 9 et la partie centrale 12 du segment médian 8 se relèvent automatiquement à l'écart du substrat. Dans un mode de réalisation non-représenté, les électrodes des actionneurs

électrostatiques 11 périphériques sont disposées respectivement entre chaque couche isolante 17 périphérique et la couche isolante 19 médiane associée.

Sur la figure 16, les couches isolantes 17 périphériques couvrent chacune une 5 partie 20 de la face avant du substrat 3 disposée respectivement entre la face latérale d'une couche sacrificielle 16 périphérique et le premier élément 5 conducteur.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particuliers représentés. 10 En particulier, les actionneurs 10 et 11 peuvent être constitués par tout type d'actionneur à savoir par des actionneurs piézoélectriques, thermiques, magnétiques etc... Dans le cas d'actionneurs électrostatiques, les électrodes périphériques sont, de préférence, plus larges, par exemple d'un facteur trois, que les électrodes médianes, dans un plan parallèle au substrat 3, ce qui 15 permet de réduire la tension de pilotage des actionneurs périphériques. Un commutateur selon l'invention peut être utilisé dans une matrice d'interrupteurs ou comme interrupteur simple. Un tel commutateur peut typiquement être utilisé dans des applications de télécommunication, en particulier pour des dispositifs radiofréquence, terrestres et spatiaux, dans des applications biomédicales, des 20 relais, etc...

## Revendications

1. Commutateur micro-mécanique, comportant un pont (1) suspendu déformable, rattaché par des moyens de support (2) à un substrat (3), et des moyens d'actionnement (4) destinés, à partir d'une première position stable du commutateur, à déformer le pont (1) suspendu déformable de manière à établir un contact électrique entre au moins un premier élément (5) conducteur formé sur le substrat (3), entre le pont (1) et le substrat (3), et un deuxième élément (6) conducteur, solidaire d'une face inférieure du pont (1), commutateur caractérisé en ce que les moyens de support sont constitués par deux pieds (7) disposés entre le pont (1) et le substrat (3) de manière à subdiviser le pont (1) transversalement en un segment médian (8) disposé entre les pieds (7) et deux segments périphériques (9) faisant saillie vers l'extérieur, les moyens d'actionnement comportant des moyens d'actionnement périphériques (11) et des moyens d'actionnement médians (10) permettant de déformer, indépendamment, respectivement les segments périphériques (9) et le segment médian (8) perpendiculairement au substrat (3).
- 20 2. Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le segment médian (8) comporte une partie centrale (12) surélevée dans la première position stable du commutateur.
- 25 3. Commutateur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les segments périphériques (9) comportent des extrémités libres (15) inclinées à l'écart du substrat (3) en position de repos des moyens d'actionnement périphériques (11).

4. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement sont constitués par des électrodes formées respectivement sur le substrat (3) et sur les segments périphériques (9) et médian (8).

5

5. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les pieds (7) sont inclinés.

10 6. Méthode d'actionnement d'un contact électrique d'un commutateur micro-mécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que, le commutateur étant dans la première position stable, dans une première phase, le segment médian (8) et les segments périphériques (9) sont simultanément fléchis en direction du substrat (3), par l'intermédiaire de leurs moyens d'actionnement (10, 11) respectifs, de manière à établir le contact électrique, ensuite, les moyens d'actionnement périphériques (11) sont interrompus dans une deuxième phase, de manière à provoquer automatiquement l'écartement des segments périphériques (9) par rapport au substrat (3), les moyens d'actionnement médians (10) étant interrompus dans une troisième phase, le segment médian (8) étant ainsi automatiquement maintenu en position fléchie, de manière à définir une seconde position stable du commutateur, dans laquelle le contact électrique reste établi.

20

25 7. Méthode selon la revendication 6, caractérisée en ce que, le commutateur étant dans la seconde position stable, dans une quatrième phase, les segments périphériques (9) sont fléchis en direction du substrat (3), par l'intermédiaire des moyens d'actionnement périphériques (11), de manière à exercer une contrainte mécanique sur le segment médian (8) et à écarter sa partie centrale (12) du substrat (3), les moyens d'actionnement

périphériques (11) étant interrompus dans une cinquième phase pour amener le commutateur dans sa première position stable.

8. Procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la fabrication du pont (1) suspendu déformable sur le substrat (3) comporte :

- le dépôt d'une couche sacrificielle (16) périphérique sur le substrat (3), de chaque côté du premier élément (5) conducteur,
- le dépôt d'au moins une couche isolante (17) périphérique sur chaque couche sacrificielle (16) périphérique, de manière à couvrir les faces avant et les faces latérales des deux couches sacrificielles (16) périphériques pour former les segments périphériques (9) et les pieds (7),
- le dépôt d'une couche sacrificielle (18) médiane, entre les couches isolantes (17) périphériques, venant en contact avec les faces latérales adjacentes des deux couches isolantes (17) périphériques et couvrant le premier élément (5) conducteur,
- le dépôt, sur la couche sacrificielle (18) médiane, d'une couche isolante (19) médiane venant en contact avec chacune des faces avant des deux couches isolantes (17) périphériques pour former le segment médian (8),
- la gravure des faces latérales périphériques des deux couches isolantes (17) périphériques, de manière à délimiter les segments périphériques (9),
- l'enlèvement des couches sacrificielles (16, 18).

9. Procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche isolante (19) médiane est

déposée au moins partiellement sur la face avant des couches isolantes (17) périphériques.

10. Procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que les couches isolantes (17) périphériques sont déposées chacune sur une partie (20) de la face avant du substrat (3) disposée respectivement entre la face latérale d'une des couches sacrificielles (16) périphériques et le premier élément (5) conducteur.

10

11. Procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que le dépôt des couches isolantes (17) périphériques est effectué de manière à créer un gradient de contraintes dans les couches isolantes périphériques (17).

15

12. Procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dépôt des couches isolantes (17) périphériques est effectué de manière à créer, une fois le segment médian (8) déposé, une contrainte en compression sur le segment médian (8) dans le sens longitudinal du segment médian (8).

20

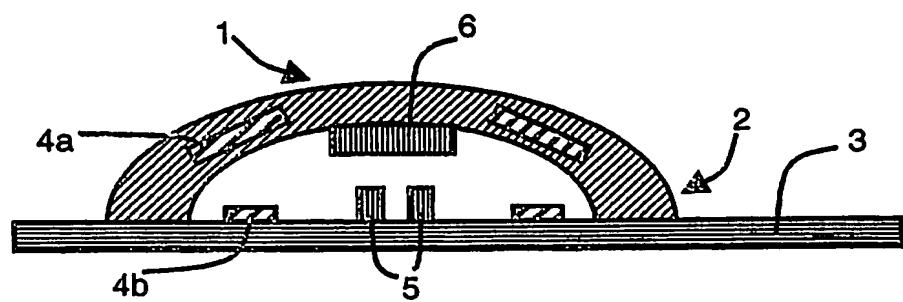


Figure 1 (Art antérieur)

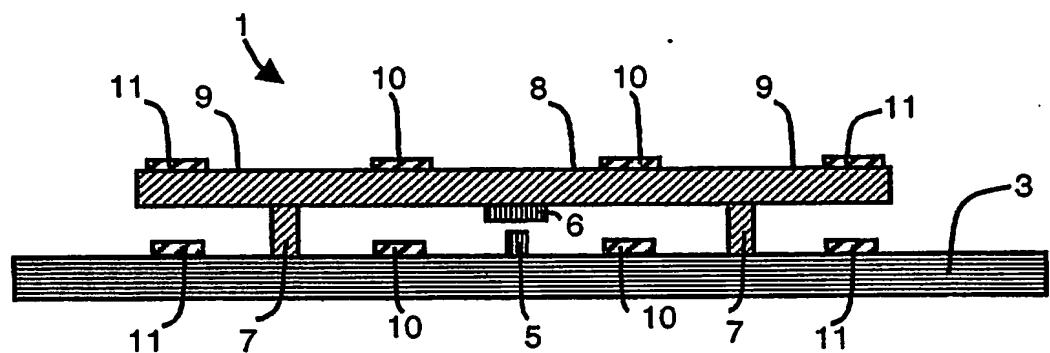


Figure 2

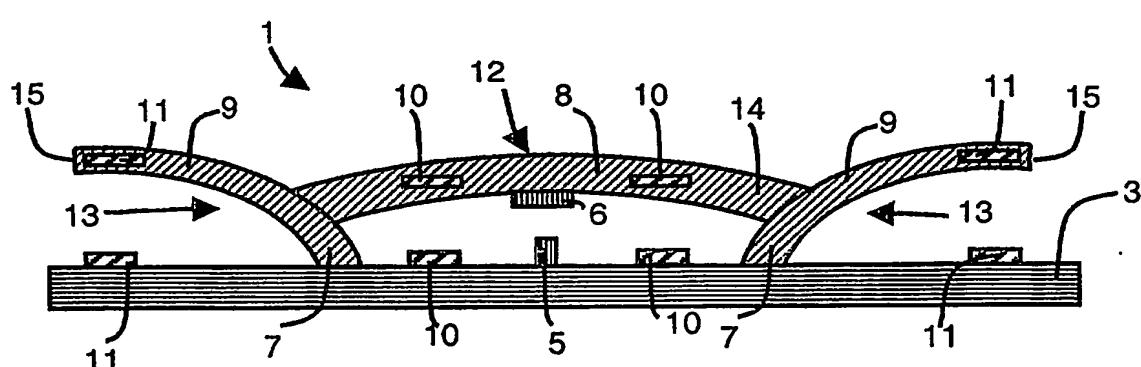


Figure 3

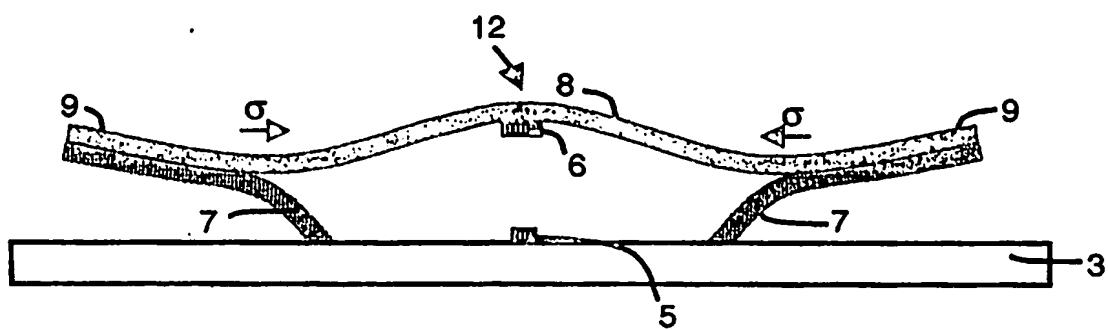


Figure 4

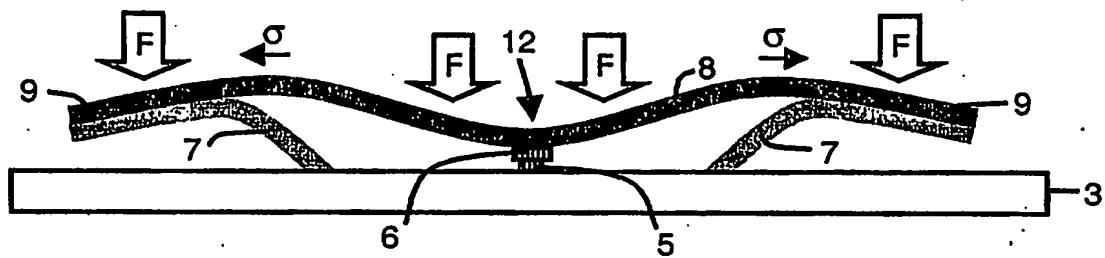


Figure 5

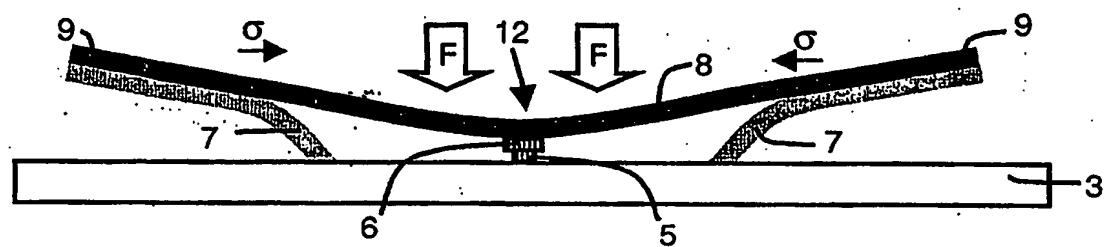


Figure 6

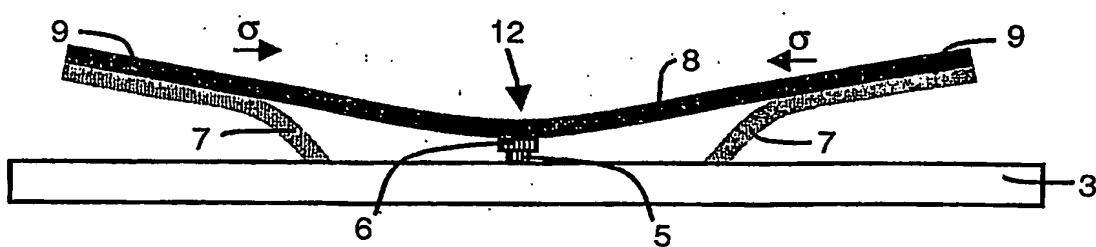


Figure 7

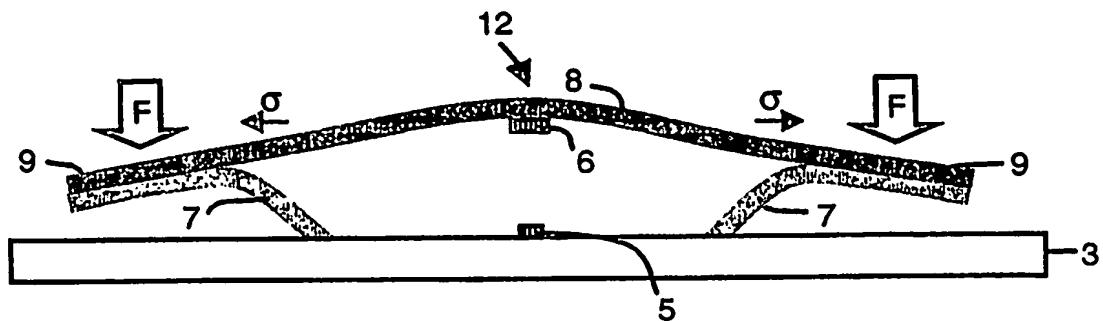


Figure 8

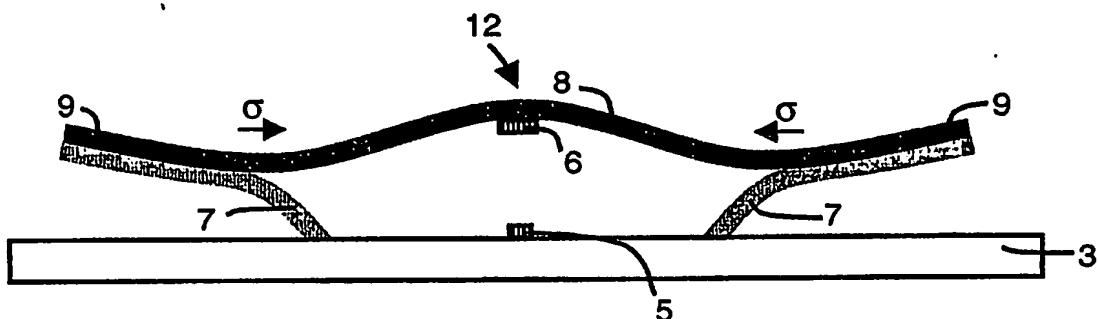


Figure 9

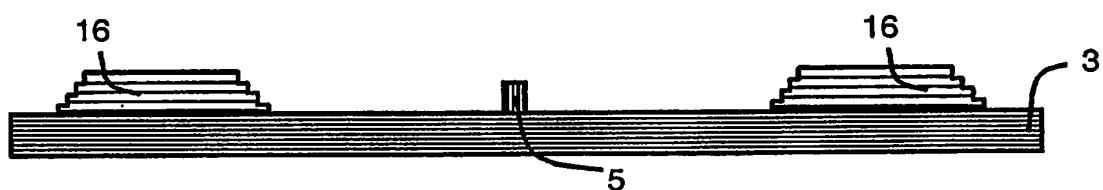


Figure 10

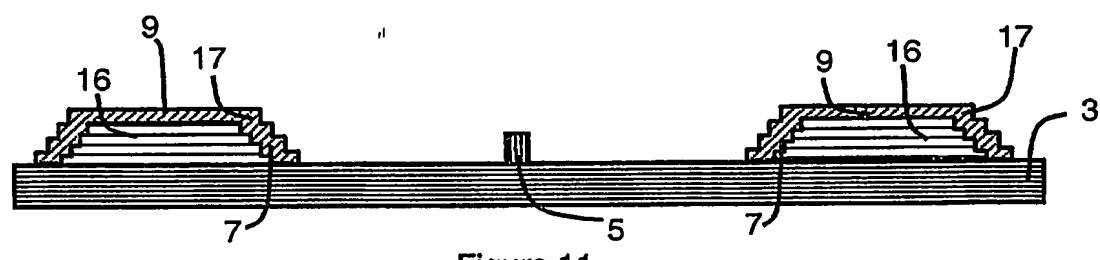


Figure 11

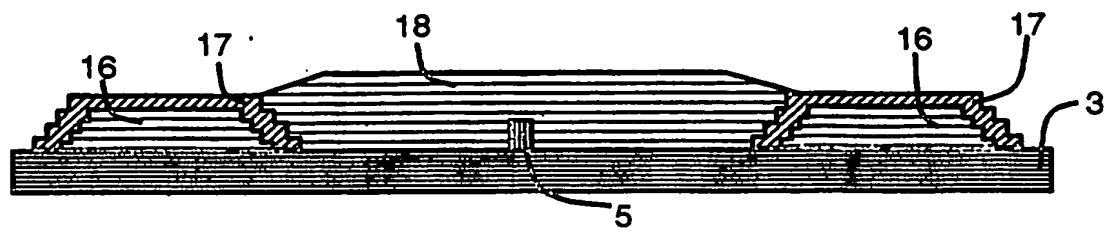


Figure 12

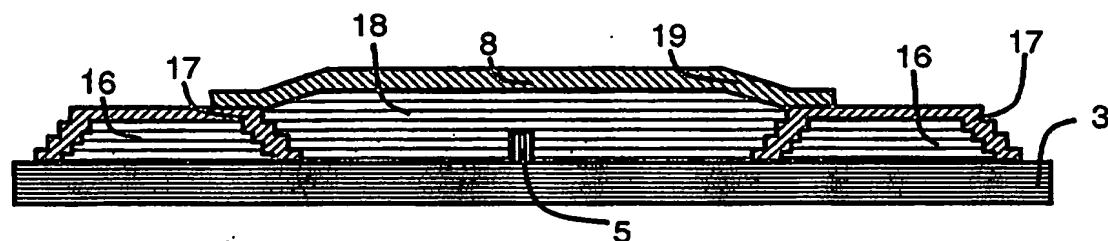


Figure 13

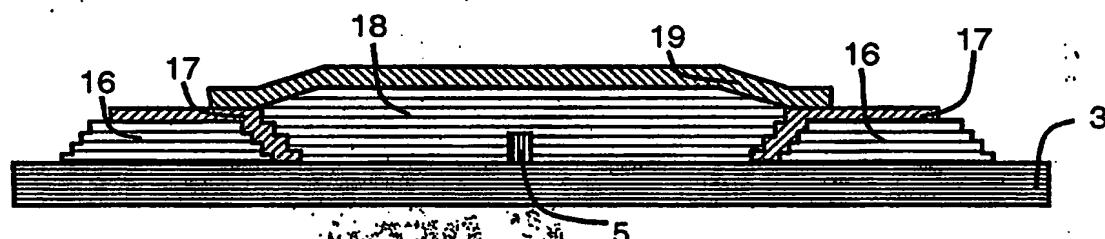


Figure 14

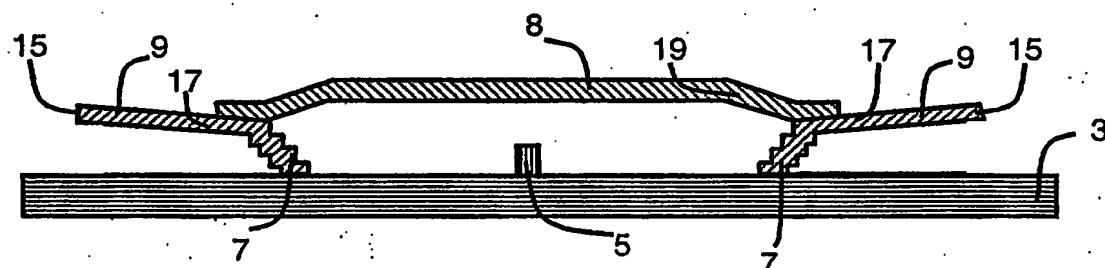


Figure 15

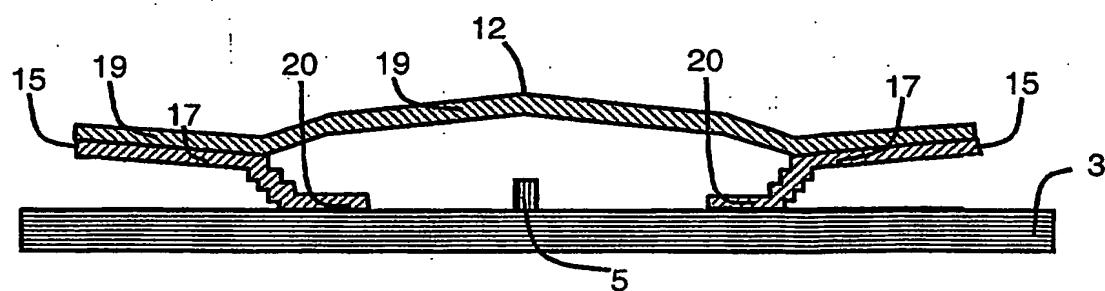


Figure 16

**BREVET D'INVENTION**

**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI

  
N° 11235\*03

**DÉPARTEMENT DES BREVETS**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/ 1**

(À fournir dans le cas où les demandeurs et  
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 112 0 W / 270501



|   |           |
|---|-----------|
| Vos références pour ce dossier (facultatif) | PA1753FR  |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL                | 03 095 34 |

**TITRE DE L'INVENTION** (200 caractères ou espaces maximum)

**Commutateur micro-mécanique bistable, méthode d'actionnement et procédé de  
réalisation correspondant**

**LE(S) DEMANDEUR(S) :**

**Commissariat à l'Energie Atomique**

**DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :**

|                                     |                      |                              |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| <b>1</b> Nom                        | Charvet              |                              |
| Prénoms                             | Pierre-Louis         |                              |
| Adresse                             | Rue                  | 14, clos Saint-Martin        |
|                                     | Code postal et ville | 38950 Saint-Martin-le-Vinoux |
| Société d'appartenance (facultatif) |                      |                              |
| <b>2</b> Nom                        |                      |                              |
| Prénoms                             |                      |                              |
| Adresse                             | Rue                  |                              |
|                                     | Code postal et ville |                              |
| Société d'appartenance (facultatif) |                      |                              |
| <b>3</b> Nom                        |                      |                              |
| Prénoms                             |                      |                              |
| Adresse                             | Rue                  |                              |
|                                     | Code postal et ville |                              |
| Société d'appartenance (facultatif) |                      |                              |

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.

**DATE ET SIGNATURE(S)**

**DU (DES) DEMANDEUR(S)**

**OU DU MANDATAIRE**

(Nom et qualité du signataire)

Gérard Hecké  
CPI 95-1201

Marie-Andrée Jouvray  
CPI 01-0410



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**